



優先特許証明書貼付

優先権主張出願
出願国 アメリカ合衆国
出願日 1975年7月30日
出願番号第 600,300号
優先権主張出願
出願国 アメリカ合衆国
出願日 1976年6月17日
出願番号第 696,899号

特許願 51.7.29
昭和 年 月 日

特許庁長官 片山石郎 殿

1. 発明の名称

セラミックおよび金属に金属を直接結合する装置

2. 発明者

住所 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、モロウ アベニュー、2017番

3. 特許出願人

氏名 ドミニク・アンソニー・クサノ (ほか2名)
住所 アメリカ合衆国、12305、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
名称 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
代表者 アーサー・エム・キング
国籍 アメリカ合衆国

4. 代理人

住所 106 東京都港区六本木6丁目2番31号
東日ビルディング5階 電話 (405) 2930-4
氏名 (7630) 生田 徳二

5. 添付書類の目録

- (1) 明細書
- (2) 図面
- (3) 優先権証明書及びその訳文
- (4) 委任状及びその訳文
- (5) 願書副本

1通
方式 ①
1通 審査
各1通 (追完)
各1通
1通

明 細 書

1. 発明の名称

セラミックおよび金属に金属を直接結合する方法。

2. 特許請求の範囲

1. (a)セラミックおよび金属の中から基体を選定し、(b)前記基体との間に直接結合を生じようとする金属を選定し、(c)大部分が前記金属から成りかつ前記金属の融点より低い共晶温度を有する共晶合金を前記金属との間に生成するものであり、しかも前記基体に適合している結合剤を用意し、(d)前記基体上に前記金属を配置し、(e)前記結合剤の固体状態供給源に前記金属を直接接触させることによつて前記金属と前記基体との界面を前記固体状態供給源に暴露すると同時に、前記金属と前記基体との界面に融体を生成させるのに十分な少なくとも数秒の時間にわたり前記金属および前記基体を不活性雰囲気中において前記共晶温度と前記融点との間の温度に加熱し、しかもかかる暴露および加熱工程は前記融体が少なくとも最終的には

① 日本国特許庁

公開特許公報

①特開昭 52-37914

④公開日 昭52.(1977) 3.24

②特願昭 51-90757

②出願日 昭H.(1976) 7.29

審査請求 未請求 (全21頁)

庁内整理番号

6816 41
6527 39

②日本分類

203D62
12 B1

⑤ Int. Cl²

C04B 37/02
B23K 28/00

亜共晶となるように実施するものとし、次いで(f)前記融体を冷却して前記金属と前記基体との間に直接結合を生じさせる諸工程から成ることを特徴とする、基体に金属を結合する方法。

2. 前記基体上に前記金属を配置するのに先立つて前記金属を少量の前記結合剤と反応させる工程が追加包含される、特許請求の範囲第1項記載の方法。

3. 前記金属が約100~2000 ppmの範囲内の量の前記結合剤を含有する、特許請求の範囲第1項記載の方法。

4. 前記金属が銅である場合において、前記基体上に前記銅を配置するのに先立つて薄板状の前記銅の少なくとも一方の表面を約200~約5000オングストロームの厚さまで酸化する工程および前記銅と前記基体との界面に亜共晶融体を生成させるに十分な時間にわたり前記銅および前記基体を不活性雰囲気中において1065℃と1083℃との間の温度に加熱する工程が追加包含される、特許請求の範囲第1項記載の方法。

5. 前記金属が内部に分散した約100～約2000 ppmの酸素を含有する銅である場合において、前記銅と前記基体との界面に亜共晶融体を生成させるのに十分な時間にわたり前記銅および前記基体が不活性雰囲気中において1065℃と1083℃との間の温度に加熱される、特許請求の範囲第1項記載の方法。

6. 前記金属のバルクが固体状態に留まるようにして前記の暴露および加熱工程が実施される、特許請求の範囲第1～5項記載の方法。

7. 前記固体状態供給源が前記金属上に位置する前記金属と前記結合剤との化合物の層であつて、前記層が前記金属に比べて非常に薄いものである、特許請求の範囲第2項記載の方法。

8. 前記層が前記界面を形成する側とは反対の側の前記金属上に位置する、特許請求の範囲第7項記載の方法。

9. 前記層が前記界面を形成する側の前記金属上に位置する、特許請求の範囲第7項記載の方法。

10. 前記層が粒状の前記化合物およびビヒクル

を包含する、特許請求の範囲第7項記載の方法。

11. 前記ビヒクルが前記の加熱工程中に蒸発する有機化合物である、特許請求の範囲第10項記載の方法。

12. 前記層が粒状の前記金属をも包含する、特許請求の範囲第10項記載の方法。

13. 前記金属を伴つた前記基体をトンネルがま内に通すことによつて結合を生じさせる工程が追加包含される、特許請求の範囲第7項記載の方法。

14. 前記金属および前記結合剤に関する状態図上において、前記融点と共晶点とを結ぶ直線の勾配の絶対値が前記共晶点において1～100℃/原子%結合剤の範囲内にある、特許請求の範囲第7項記載の方法。

15. 前記勾配の絶対値が約10℃/原子%結合剤である、特許請求の範囲第14項記載の方法。

16. 前記層が熱的または化学的に生成される、特許請求の範囲第7項記載の方法。

17. 前記銅および前記基体が数秒ないし数分の時間にわたり1065℃以上となるようにして前記

の加熱工程が実施される、特許請求の範囲第4項記載の方法。

18. 前記金属が特定の図形を示し、それによつて導電性リードを構成する、特許請求の範囲第5項記載の方法。

19. 前記金属が支持手段によつて相互連結された多数のランド部を包含する場合において、前記の冷却工程に続いて前記支持手段を除去する工程が追加包含される、特許請求の範囲第18項記載の方法。

20. 前記金属が前記支持手段と前記ランド部とを連結する比較的小さなタブを包含し、しかも前記支持手段が前記基体に結合されずに分離している場合、前記支持手段を除去する工程が前記タブ折ることによつて実施される、特許請求の範囲第19項記載の方法。

21. 前記タブがノッチを有する、特許請求の範囲第20項記載の方法。

22. 前記金属が銅、前記結合剤が酸素、かつ前記基体がアルミナおよびベリリアの中から選ばれ

た1員である、特許請求の範囲第20項記載の方法。

23. 前記基体が環状のセラミックハウジングかつ前記金属が下部金属接点円板および上部接点フランジであり、しかも前記直接結合が前記ハウジングの下端に対する前記下部金属接点円板の連結および前記ハウジングの上端に対する前記上部接点フランジの連結をもたらし場合において、前記ハウジング内に半導体ベレットサブアセンブリを配置し、前記上部接点フランジ上に上部金属接点円板を配置してかかるパッケージを閉鎖し、次いで前記上部金属接点円板および前記上部接点フランジを周辺に沿つて密着して前記パッケージを密封する諸工程が追加包含される、特許請求の範囲第1項記載の方法。

24. 前記下部および上部金属接点円板の各々が中央に位置しかつ内側に向いたくぼみを規定し、前記くぼみの各々が大型の金属接点板を収容し、かつ前記半導体ベレットサブアセンブリが前記金属接点板の間にはさまる、特許請求の範囲第23

項記載の方法。

25. 前記金属と前記セラミックとの界面を結合剤に暴露する工程が、前記界面を形成する金属と同じ金属から成りかつ前記結合剤と予め強く反応させてあるプレフォームを各々の前記界面内に配置することから成る、特許請求の範囲第 23 項記載の方法。

26. 前記プレフォームを予め十分に強く反応させてある結果、共晶温度より高く加熱する工程中に前記プレフォームが完全に液化して前記界面を充填する、特許請求の範囲第 25 項記載の方法。

27. 前記プレフォームが 3～5 ミルの範囲内の厚さを有し、かつ少なくとも約 1/4 ミルの総合厚さまで酸化されている、特許請求の範囲第 26 項記載の方法。

28. 前記下部および上部金属接点円板並びに前記上部接点フランジが 10～20 ミルの範囲内の厚さを有する、特許請求の範囲第 23 項記載の方法。

29. 加熱に先立ち、集合体が耐火性物体内に配置され、次いで前記集合体上に第 2 の耐火性物体

が配置される、特許請求の範囲第 23 項記載の方法。

30. 前記下部金属接点円板が、前記ハウジングの下端に整合して前記円板と前記ハウジングとを同心的に保持する肩部を規定し、かつ前記耐火性物体によつて規定された肩部に整合して両者を整列状態に維持する第 2 の肩部をも規定する一方、前記上部接点フランジは前記ハウジングの上端に整合して前記フランジと前記ハウジングとを同心的に保持する肩部を規定し、かつ前記第 2 の耐火性物体によつて規定された肩部に整合して両者を整列状態に維持する第 2 の肩部をも規定する、特許請求の範囲第 29 項記載の方法。

31. タングステンのときおもしろが前記第 2 の耐火性物体の上に載せられる、特許請求の範囲第 30 項記載の方法。

32. 比較的粗い耐火性粉末が両方の前記耐火性物体と前記金属との間に配置される、特許請求の範囲第 29 項記載の方法。

33. 前記耐火性粉末が 70～80 メッシュの範囲

内の粒度を有する酸化アルミニウムから成る、特許請求の範囲第 32 項記載の方法。

34. 前記金属がタフビッチ電解銅かつ前記結合剤が前記銅中の酸素である、特許請求の範囲第 23 項記載の方法。

35. 前記下部金属接点円板および前記上部接点フランジが銅である場合において、前記界面を結合剤に暴露する工程が前記銅を予め酸化することから成る、特許請求の範囲第 23 項記載の方法。

36. 前記の酸化工程が前記銅の前記界面内にある部分のみについて実施される、特許請求の範囲第 35 項記載の方法。

37. 現状のセラミックハウジング、前記ハウジングの下端の周辺に沿つて連結された下部金属接点アセンブリ、前記ハウジングの上端の周辺に沿つて連結された上部金属接点アセンブリ、並びに前記下部および上方金属接点アセンブリの金属と結合剤との凝固した亜共晶混合物から成りかつ前記下部および上部金属接点アセンブリをそれぞれ前記ハウジングに結合するために役立つ下部およ

び上部結合層の諸要素から構成され、しかも特許請求の範囲第 23 項に従つて製造されたことを特徴とする、加圧実装 - 両側冷却型半導体パッケージ。

38. 前記ハウジングがアルミナ、前記下部および上部金属接点アセンブリの金属が銅、かつ前記結合剤が酸素である、特許請求の範囲第 37 項記載のパッケージ。

39. 前記下部および上部金属接点アセンブリの各々が内側に向いたくぼみを有する金属円板を包含し、かつ前記くぼみの各々が大型の金属接点板を収容している、特許請求の範囲第 37 項記載のパッケージ。

40. 前記金属接点板が前記くぼみ内にはんだ付けされている、特許請求の範囲第 37 項記載のパッケージ。

41. 前記上部金属接点アセンブリが前記上部結合層によつて前記ハウジングの上端に結合された環状フランジを包含し、かつ前記上部金属接点アセンブリの前記金属円板が前記環状フランジの周

辺に溶接されている、特許請求の範囲第37項記載のパッケージ。

3. 発明の詳細な説明

本発明はセラミックまたは金属のごとき基体に金属を直接結合する方法に関するもので、更に詳しく言えば、かかる結合操作を不活性雰囲気中において実施する方法に関する。本発明はまた、半導体パッケージとりわけ電力半導体用の加圧実装 - 両側冷却型半導体パッケージにも関する。

セラミックまたは他種金属に金属を結合するという一般的な主題は別に新しいものではない。かかる方法はかなり長期間にわたって数多くの業界の関心の的となってきた。たとえば、点火プラグ製造業者は点火プラグの金属ベースにセラミック絶縁体を結合する問題に長いこと取り組んできたのである。

金属部材に非金属部材を結合するためには、これまで様々な方法が使用されてきた。かかる方法の一例に従えば、金属化するわち結合を行うべき部材上に水素化チタンとろう付け金属（たと

えば銅、銀または金）との混合物が配置される。次に、ろう付け金属の存在下で加熱を行うことによつて水素化チタンが解離させられる。この方法の場合、加熱は純粋な乾燥窒素のごとき非酸化性雰囲気中において行うことが好ましい。かかる方法の典型例は米国特許第2570248号明細書中に記載されている。

セラミックに金属を結合するための別の方法はフィリップス研究所のジェー・ティー・クロンプ（J. T. Klomp）によつて記載されている。この方法は、酸素親和性の低い金属をたとえば Kg/cm^2 の高圧下でセラミック上に設置するというものである。酸素親和性の低い金属を使用した場合には、「酸化被膜を破壊して金属 - セラミック間の接触を得るため」十分に高い圧力が要求される。それ故、この方法は結合を達成するため極めて高い圧力を使用する。かかる方法は多くの用途にとつて望ましい結合を生じ得るものであるけれど、最も望ましい結合系と言えは高圧を必要とすることなく銅とセラミック基体との間に

生み出された直接結合であることは言うまでもない。

金属結合を生み出すための別の方法はジェームズ・イー・ベッグス（James E. Beggs）の米国特許第2857663号明細書中に記載されている。基本的には、この方法は周期表の第IV b族に属するチタン族金属と銅、ニッケル、モリブデン、白金、コバルト、クロムまたは鉄のごとき合金金属とを使用するものである。かかる合金金属およびチタン族金属の1員を耐火性金属材料または非耐火性金属材料と金属材料との間に配置し、そして共晶液相線を与える温度に加熱すれば、隣接する部材間に強固な結合が生じる。この方法は多くの用途にとつて満足できるものであつたが、結合の完全性を改善し、金属部材と耐火性非金属部材との間の熱伝導率を大きくし、かつ耐火性非金属部材上に電流容量の大きい導体を設置することが所望されたため、研究者達は非金属に金属を結合するその他の方法をなおも探求してきた。

2個の金属部材間の結合を生み出すためには

各種の方法があつた。たとえば、ある種の金属ははんだの使用によつて互いに結合できる。また、アーク溶接や点溶接のごとき溶接方法によつて互いに結合される金属もある。互いに直接結合することのできない金属の場合には、一般に中間金属部材の使用によつて結合が生み出される。しかし、以上の方法は要求の厳しい用途（たとえば集積回路の製造）に適合しないことが多く、またたとえ適合したとしても経済的に引合合わないことが多い。

更に近年になると、結合剤として金属と気体との共晶のみを使用することによつて金属に金属を結合する方法およびセラミックに金属を結合する方法が開発された。これらの方法はいずれも本発明の場合と同じ受託者に委託されたバージェス（Burgess）等の米国特許第3744120号およびバブコック（Babcock）等の同第3766634号明細書中に記載されている。以上の特許明細書中に記載された金属 - 気体共晶法に従えば、先ず結合すべき金属がセラミックまたは金属基体上に配置

される。次にかかる集合体が、反応性気体の存在下において、金属の融点よりは低い金属と気体との共晶を生成させるためには十分に高い温度にまで加熱される。この方法はある種の用途に対しては成功をおさめたけれど、更に一層の改良が望まれた。改良が望まれた理由の1つは、気体と金属との間に反応が起ることである。特に要求の厳しい用途の場合、これは問題を引起すことがある。たとえば混成電子回路用としてセラミックに銅を結合する場合、反応性雰囲気を使用すると銅上に酸化銅被膜が生成され、そのため酸化物除去工程が必要となることがある。

従つて、従来技術における上記の欠点を解決しながらセラミックまたは金属基体に金属を直接結合する方法を提供することが本発明の目的の1つを成している。

ウィリアム・エフ・ルーテンス (William F. Looetens) の米国特許第 3559057 号によつて例示されるような加圧実装 - 両側冷却型半導体パッケージは、電力半導体分野において広く使用されて

いる。かかるパッケージは、幾つかの特徴により、半導体装置設計者にとつて極めて魅力あるものとなつている。たとえば、それは丈夫であり、半導体ベレットに気密保護をもたらし、しかも実質的な量の熱を放熱器 (heat sink) へ効果的に伝達する。

しかしながら、かかるパッケージは安価に製造できるわけではない。経済上の問題点の1つは金属接点アセンブリとセラミックハウジングとの間に生み出されなければならない結合に由来している。その結合は、考えられるいかなる酷使にも耐えるだけの丈夫さを有すると同時に、気密性をも保証するものでなければならない。もしかかる結合を一層安価に生み出す方法があれば、それは半導体装置設計者の関心と呼ぶに違いない。

従つて、金属とセラミックとの間により安価な封止構造を有するにもかかわらず上記の要求条件を満たすように改良された加圧実装 - 両側冷却型半導体パッケージを提供することも本発明の目的の1つである。また、かかるパッケージの製

造方法を提供することも本発明の目的の1つである。

本発明はセラミックまたは金属基体に金属を結合する方法に関するものである。ろう付け金属などの中間層は存在しないため、こうして生み出された結合は直接結合であると見なされる。結合剤は使用されるが、後記において明らかになるごとく結合剤の量は極めて少ない。かかる結合剤は、金属との間に、大部分がその金属から成るような共晶合金を生成するものとして選ばれる。共晶温度は金属の融点よりも低くなければならないが、それに比較的接近している方が好ましい。

セラミックまたは金属から成り得る特定の基体に特定の金属工作物を結合するためには、制御された少量の結合剤が系内に導入され、それから基体上の結合すべき場所に工作物が配置される。次に、金属と基体との間に共晶融体を生成させるのに十分な時間にわたり金属および基体が不活性雰囲気中において共晶温度と金属の融点との間の温度に加熱される。かかる融体を冷却して凝固

させれば、結合が生じるわけである。

存在する結合剤の量は、少なくとも操作終了時には結合剤と金属との混合物が全ての場所において亜共晶となるように注意深く制御される。かかる混合物が亜共晶であるため、融体中には2つの相すなわち液体共晶合金および金属のみが存在する。析出または遊離した結合剤は存在しない。従つて、金属は本来の性質 (たとえば正常の耐熱性や電気抵抗) の大部分を保有している。また、亜共晶領域において操作が行われる結果、金属が主として固体状態に留まるという利点も追加される。従つて、その寸法および構造の一体性並びに良好な表面品質が維持されることになる。

金属と結合剤とを合体させるためには、幾つかの方法が選択可能である。加工上の見地からすれば、十分量の溶解または析出した結合剤を含有する金属を選ぶことが最も容易な方法である。たとえばタフビッチ電解銅の中には、それ以上の酸素を添加しなくても、アルミナまたはベリリア

のごときセラミックへの直接結合を可能にするだけの量の酸素を含有するものがある。

別の方法によれば、制御された量の結合剤を金属と予め反応させることにより、2種の物質の化合物の極めて薄い層が金属の表面上に生成される。かかる反応は任意の通常方法によつて実施すればよい。かかる化合物の薄層は金属のいずれの側に存在していてもよいことが判明している。かかる化合物が金属の一方の側だけに設置され、しかもそれが結合操作時に基体の反対側にあつたとしても、十分な時間さえかければ、結合温度下の金属を通つて十分量の結合剤が拡散することにより結合が生じるのである。

結合剤を導入する更に別の方法は、粒状の結合剤ないし結合剤と金属との化合物を基体または金属上に付着させるというものである。次いで、基体および金属が最終的な結合状態に重ね合わされ、それから前述のようにして操作が進められる。粒状物質を付着させる際には、その取扱いを容易にするためバインダーを使用することが好ましい。

ないことも理論づけられている。しかし、これは理論に過ぎない。それでもなお、前述の通り、金属、基体および結合剤のあらゆる可能な組合せが結合するわけでないことは直接結合技術界の当業者にとつて公知である。それ故、前記特許請求の範囲は結合を生じるような組合せのみを包含するものとして読む必要がある。

選ばれた結合剤が金属および基体に適合していること、すなわちそれが直接結合を生み出すことを仮定すれば、本発明方法に対するその適合性を評価するためのメリット数を容易に求め得ることが見出された。メリット数とは、金属および結合剤に対する状態図上において金属の融点と共晶点とを結んだ直線の勾配の絶対値である。このメリット数は $1 \sim 100^\circ\text{C}/\text{原子}\%$ 結合剤の範囲内にあることが好ましい。また、メリット数が $約 10^\circ\text{C}/\text{原子}\%$ 結合剤であれば一層好ましい。後記に説明される理由により、共晶温度および金属の融点は比較的接近していることが望ましい。また、既に述べかつ後記にも説明される通り、共

ものと判明している。ただし、かかるバインダーは結合温度以下で蒸発するものとなるように選ぶことが好ましい。

当業者には言うまでもないが、あらゆる基体にあらゆる金属が結合するわけでないことは勿論である。更にまた、特定の基体に特定の金属を結合する結合剤が他の基体に同じ金属を結合するとは限らないことも知られている。たとえば、セラミック基体に銅を結合するための結合剤として酸素を使用することは非常に有効である。しかるに、酸素はステンレス鋼に銅を結合するための結合剤としては作用しない。また、硫酸は銅とステンレス鋼との結合剤として有効に作用するが、銅とセラミック基体との結合剤としては働かない。このような挙動の理由はまだ十分に解明されていない、とは言え、金属と結合剤との共晶が基体を濡らさなければならないことは知られている。更にまた、基体と共晶との間には潜在的に安定な化合物が存在しなければならず、もしかかる化合物が生成されなければ強固な結合は生じ

品は大部分が金属から成ることが望ましい。メリット数が大きいことは共晶中における結合剤の割合に比べて融点と共晶温度との隔たりが比較的大きいことを表わし、またメリット数が小さいことは共晶中に比較的少量の結合剤が存在することを表わす。

本発明の方法を使用して製造される装置の例としては、加圧実装 - 両側冷却型半導体パッケージが挙げられる。現状セラミックハウジングの上端および下端の周辺に上部および下部金属接点アセンブリを連結すれば、かかる半導体パッケージが得られる。その場合の連結は結合剤の存在下で金属とセラミックとを直接結合すれば達成される。かかるパッケージの内部には通常の半導体ベレットサブアセンブリが保持される。このような直接結合技術は他のセラミック金属化技術よりも経費が安くかつ信頼性が高いことが判明した。

かかるパッケージの1つの製造方法に従えば、先ず、セラミックハウジングの下端および上端に

それぞれ下部金属接点円板および上部金属接点フランジが直接結合される。次に、ハウジング内部に通常の半導体ベレットサブアセンブリが配置された後、上部金属接点フランジの上に上部金属接点円板が配置されかつ周辺に沿つて溶接される。その結果、丈夫で完全に気密の半導体パッケージが得られることになる。

その際、セラミックとしてアルミナを、金属として銅を、かつ結合剤として酸素を使用すれば、優れた密着性および気密性の得られることが判明した。

一層大形の接点が所望される場合には、各々の接点円板に内側を向いたくぼみを設け、そしてそのくぼみの中に大形の金属接点板を設置すればよい。

結合操作時にはアセンブリを積重ねてからそれに重みを加えるようにすれば、一層良好な結合の生じることが判明した。そのためには、積重ねられたアセンブリを耐火性材料製の物体（たとえば耐火れんが）の間にはさんでから、上部耐火

れんがの上におもりを載せるようにすれば簡単である。重量／熱容量比が大きい点から見ると、タングステンが優れたおもりとなる。

また、耐火れんがの開口や現状のセラミックハウジングに整合した肩部を下側接点円板及び接点フランジの上に形成すれば、組立てが実質的に簡単になることも判明した。このようにすれば、外部締付け用具を使用しなくても、正しい位置合せおよび同心性が保証されるのである。

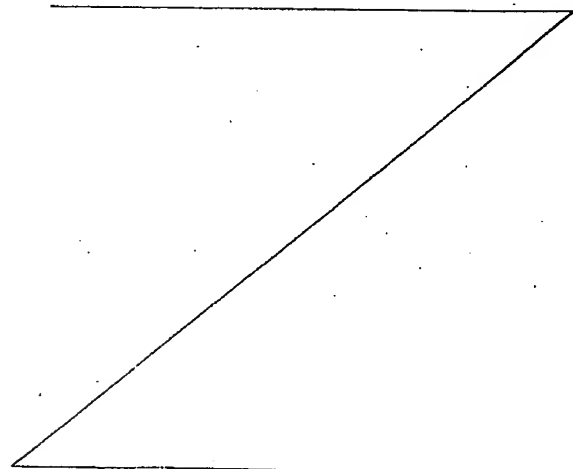
先ず第1図を見ると、界面共晶層 23 をはさんで基体 22 に直接結合された金属 21 の断面立面図が示されている。共晶とは後述のごとき金属および結合剤である。共晶層というのは便宜上の名前であつて、本当は第2〜4図の検討から明らかになる通り少量の共晶から成るものに過ぎない。かかる共晶層は実際には主として金属から成るのだが、まだ十分に解明されていない機構によつて結合を生み出すに足るだけの共晶を含んでいるわけである。基体はセラミックまたは金属であり得るが、金属の場合、それは部材 21 と

同種のものであつても異種のものであつてもよい。セラミックという術語は広義に解釈すべきであつて、その中にはたとえばガラスおよび単結晶質や多結晶質の固体が含まれる。

前述のバージェスおよびバブコックの米国特許（いずれも本発明の場合と同じ受託者に委託されている）の明細書中には、反応性雰囲気において共晶により金属およびセラミックに金属を結合する方法が記載されている。後記において明らかになる通り、これらの特許において使用された方法は本発明において意図される方法と実質的に異なっている。とは言え、得られる構造は似ているから、結合およびその特性を理解するにはこれらの特許を利用することができる。

バージェス、バブコックおよび本発明の方法に共通した特徴の1つは、結合操作が高温下で実施されることである。詳しく言えば、金属 21 および基体 22 が結合剤の存在下において金属の融点よりも低い温度に加熱される。その場合の結合剤は金属との間に共晶を生成するものであつ

て、加熱温度は共晶点を越えるものとする。その結果、液体共晶を含んだ融体が生じる。かかる融体は基体を濡らさなければならないから、冷却凝固させた後には基体に対する強固な結合が得られることになる。銅-酸化銅共晶を使用した銅とアルミナとの結合を例に取れば、20000 ポンド／平方インチを越える結合強さおよび70 ポンド／インチを越える剥離強さが達成されている。



任意の金属 21 および任意の基体 22 を合わせて両者間に共晶融体を生成させただけでは、冷却後に結合が得られるとは限らないことが了解されるべきである。その結合の性質はまだ十分に解明されていないが、共晶 23 と基体 22 との間に何らかの結合（たとえば共有結合または潜在的な化合物）が存在しなければならないと信じられている。たとえば、酸化銅共晶はセラミックとの間に良好な結合を生じるが、ステンレス鋼とは結合しない。この場合には、問題の高温下では酸化銅よりも酸化鉄の方が安定であるため、銅が酸化銅との間に結合を生じるよりもむしろ、銅が共晶から酸素を掃去するものと信じられている。しかるに、硫化銅はステンレス鋼と良く結合するが銅とは結合しない。このような問題はかなり以前から知られてきたものであつて、適切な共晶および基体の選定は当業者の能力の範囲内にある。かかる選定はバージェスおよびバブコックによつて明示されたような公知の有効な組合せに基づいて行えばよく、また新しい組合せについては単純

ない。本発明は銅や酸素のみに限定されるわけではなく、またここに引用した従来の発明についてもそれが言える。状態図中における 2 つの重要な点は、 1065°C の温度および 1.54 原子% の酸素含量に対応する共晶点 E 並びに 1083°C に位置する銅の融点である。

最初に、前述のバージェスおよびバブコックの米国特許明細書中に記載された方法を考えてみよう。それらの特許間における主な相違点は、バブコックの特許がセラミックに金属を結合する場合に関係するのに対し、バージェスの特許は金属に金属を結合する場合に関係することである。しかしながら、第 2 図に関する以下の考察では、その相違点は重要でない。共晶の扱い方に関する限り、たれら 2 つの方法は全く同じなのである。

前述の通り、結合が生じるのは少なくとも金属 21 と基体 22 との界面に存在する共晶 23 による。本発明によつて重要なのは、基体 22 との界面における共晶の組成である。特定の方法に関連した第 2 図中の曲線は、それぞれの方法の

な試行錯誤操作による確認を行えばよい。

特定の金属と特定の基体とを結合させるための結合系の選定は二段操作であると言うことができる。第一に、基体に適合した結合剤を選ばなければならない。第二に、その結合剤が金属と共にうまく働くかどうかを判定しなければならない。しかし本発明は、選ばれた共晶が基体と結合することを確かめるという問題には関係がない。本発明は良い共晶を生成するため金属と結合剤との間に存在すべき相互関係に関する指針を決定している。更に、本発明は改良された結合方法の諸工程を詳しく規定している。

次に第 2 図を見ると、銅および酸化第一銅に関する状態図が示されている。この状態図を検討すれば、最も関係の深い従来方法およびそれらの方法と本発明方法との相違点と本出願人等の信じるものが明示され、更には従来方法と比べた場合の本発明方法の利点が説明されることになる。なお、銅-酸素状態図に関する以下の考察は例証的なものに過ぎないことを強調しておかねばなら

実施中における上記界面での共晶の組成（すなわち状態図上の位置）を表わしている。

バージェスおよびバブコックの方法に従えば、基体上に銅が配位され、それから反応性雰囲気中においてかかる集合体が加熱される。それらの記載によれば、雰囲気中の反応性成分（考察中の例では酸素）はほんの一部に過ぎない。たとえば、かかる反応性成分は雰囲気全体の 1% 未満である。しかるに、そのような少量の反応性成分から供給された酸素が共晶を生成し、それによつて結合を生み出すのである。

バージェスおよびバブコックの方法を実施する際にたどる経路は次の通りである。最初、銅 21 と基体 22 との界面には酸素が存在しない。従つて、曲線は酸素含量 = 0 原子% の位置にある。時間の経過および温度の上昇に伴い、銅 21 の界面付近の領域が（残りの全表面と共に）僅かに酸化され、従つて曲線は酸素含量 = 0 原子% の位置からずれてくる。第 2 図および拡大された第 3 図を観察すれば認められる通り、曲線のずれは高

温になると極めて急速になる。その理由は、系の温度が銅の融点に近づくに従い、多量の気体が銅中へ拡散して銅と反応するためである。ひとたび1065℃の共晶温度に到達すると液体共晶が存在することになる。その結果、液体中への拡散の方が固体中への拡散よりも急速であるため、ずれは益々急速になる。

例証を目的として述べれば、バージェスおよびバブコックの方法を表わす曲線は約1030℃において2本の分岐曲線に分れる。第1の分岐曲線は、第3図に極めて明確に示される通り、共晶温度を越えても状態図の亜共晶領域すなわち共晶点の左方に留まる。第3図に示される通り、亜共晶領域は金属銅および液体共晶から成る二相組成物を表わしている。この液体共晶こそ、基体22を濡らし、そして1065℃より低い温度に冷却すれば凝固して結合を生じるものである。第2図に極めて明確に示されている通り、集合体が共晶温度よりも著しく低い温度に冷却された後には、酸素含量はほとんど変化しない。

ぜなら、領域23は電気的および物理的に金属銅とほとんど同じであり、従つて電気導体などの一部として使用できるからである。第2のサイクル例に従えば、凝固後の領域23は酸化第一銅および固体共晶合金から成り、従つて金属銅からの性質の相違が大きい。

英国特許第76/045号明細書中に記載された方法は、予め銅を強く酸化し、その銅を基体上に配置し、それからかかる集合体を銅の融点(1083℃)より高い酸化第一銅の融点(約1200℃)よりは低い温度に加熱するというものである。雰囲気は反応性または非反応性のいずれであつてもよい。

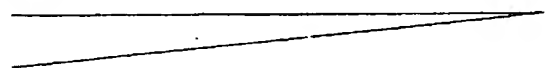
更に詳しく言えば、この方法は銅上に酸化銅の層を形成することから始まる。ところで、当業界において公知でありかつこの英国特許明細書中にも指摘されている通り、加熱サイクル中に酸化第二銅はほぼ完全に酸化第一銅に転化する。従つて、この方法を表わす曲線は第2図の状態図の右側に高温下で登場するわけで、これは酸化第

バージェスおよびバブコックの方法を表わす曲線の第2の分岐曲線は、雰囲気中からより多くの酸素が吸収されるようなサイクルに対応している。第2の分岐曲線によつて示されるように酸素含量を増大させるためには、サイクルの時間幅を長くし、それによつて系が長時間にわたり高温下に留まるようにすればよい。サイクルが十分に遅いか、あるいは雰囲気中の酸素含量が十分に多ければ、共晶温度に到達するまでに領域23は共晶組成以上の酸素を含有することがある。その場合には、第3図に極めて明確に示される通り、1065℃以上における領域23は過共晶となつて固体酸化第一銅および液体共晶を含有する。この方法の第1のサイクル例に関連して説明された通り、冷却後には共晶によつて結合が生み出されるわけである。

バージェスおよびバブコックの方法の場合、凝固後の領域23が金属銅および固体共晶合金から成ることを考えれば第1のサイクル例の方が好適であることを強調しておかねばならない。な

二銅の表層が酸化第一銅に転化したことを示している。更に操作を続ければ、金属は銅の融点より高い温度に加熱される。この英国特許明細書中には、銅は融解するが酸化第一銅は融解しないことが強調されている。それ故、ここに規定された方法が共晶点の右側において実施されることは明らかである。なぜなら、もし集合体が亜共晶領域において1083℃以上となれば、液体だけしか存在しないはずだからである。従つて、この英国特許明細書に従つて実施した場合、凝固後の結合領域23は固体の酸化第一銅および共晶合金を含有することになる。

この英国特許の方法を表わす曲線は、酸化第一銅への転化が完了した後にも左方へ移動し続ける。なぜなら、ここで問題となる高温下では液体銅がゆつくりと酸化物と化合して共晶相を生成し、そのため酸化物領域の銅含量は減少するからである。



本発明の直接結合法を銅および酸化銅に関し
て実施した場合、最も簡単には先ず銅の表面に酸
化銅が生成させられる。この酸化銅は薄いもの
で、各種の方法によつて生成させることができる。
たとえば、熱的に生成させても、陽極酸化によつ
て生成させても、あるいは化学的に生成させても
よい。化学的な生成のためには、米国コネチカ
ット州ニューヘブーン市のエンソン社(Enthone, Inc.)
からエボノール C (Ebonol C) の名称で販売されて
いる酸化性化合物を使用することができる。

英国特許に関連して既に説明した通り、高温
下では全ての酸化第二銅が酸化第一銅に転化する。
従つて、本発明方法を表わす曲線は第2図の状態
図中の純粋な酸化第一銅の位置に高温下で登場す
る。更に加熱を続けながら時間が経過すると、
本発明方法を表わす曲線は極めて急速に左方へ移
動する。ここに示された移動は英国特許の方法
に関連して示された移動よりも急速である。な
ぜなら、本発明方法に従つて生成された酸化物層
は英国特許の方法に従つて生成された酸化物層より

も遙かに薄いからである。このことは、前述の
英国特許明細書中に記載された方法の場合、銅に
対し法安定性を与えるために厚い酸化物層が使用さ
れていることから明らかである。しかるに、
本発明方法の酸化物は結合操作の酸化物を供給
するためにのみ使用されるものである。その上、
本発明方法においては結合領域 23 を亜共晶とす
ることが意図されるから、酸素の供給量は少なく
なければならないのである。このように少量の
酸素は銅の表面から急速に拡散し、そのため表面
における銅の相対量は増大する。

後記の条件の範囲内で操作を行えば、1065
℃の共晶温度に到達する以前に結合領域 23 の組
成を亜共晶とすることができる。その結果、第
3図に極めて明確に示されている通り、最初の液
体が現われた時の融体は亜共晶である。従つて、
凝固によつて結合が生じた後の結合領域 23 は銅
および共晶合金から成るもので、酸化銅は実質的
に含まれていない。このように本発明方法が不
活性雰囲気中において実施される結果、高温下で

も系内への酸素の追加がなく、そのため最終的な
融体が亜共晶となることは重要である。

第2および3図を検討すれば明らかとなる通
り、バージェスおよびバブコックの方法もまた上
記のごとき利点を持つた亜共晶結合領域 23 を与
えることができる。しかしながら、特に要求の
厳しい用途の場合には、不活性雰囲気中において
実施される本発明方法の方が好ましいことがわか
ろう。なぜなら、本発明方法に従えば、結合操
作後にも銅が強く酸化されることはないからであ
る。

本明細書中において使用される不活性雰囲気
という術語は、その雰囲気に関連温度下において
金属 21、結合剤および基体 22 に対し不活性で
あることを意味する。すなわち、酸素のごとき
気体を使用できるわけである。また、本発明方
法は真空中でも効果的に実施できる。要するに、
かかる雰囲気はアルゴンのごとき伝統的な「不活
性気体」の1つである必要はないのである。

次に第4図を見ると、銅-酸素状態図の拡大

された亜共晶部分が再び示されている。なお、
銅-酸化銅系はやはり例証の目的にのみ使用され
るものであつて、第4図に関連して述べられるこ
とは任意の使用可能な共晶系に対して適用される。

既に指摘された通り、共晶温度より上方かつ
固相線と液相線との間にある亜共晶領域において
は、固体銅および液体共晶から成る二相混合物が
存在する。ここで、1/2 原子%の酸素含量お
よび約1067℃の温度に対応する点Xを考えよう。
第4図に示されるところ一定温度下における点X
と固相線との間の直線距離をLとし、また点Xと
液相線との間の直線距離をSとすれば、点Xにお
ける液体共晶の割合は $\frac{L}{L+S}$ に等しくなる。従
つて、第4図を観察すればわかるように、1/2原
子%の酸素含量および約1067℃の温度に対応す
る混合物は2/3以上が固体銅である。

温度が上昇するのに伴い、混合物中の液体は
増加する。やがて、点Yによつて表わされる約
1078℃の温度下では、1/2原子%の酸素含量を
有する混合物は2/3以上が液体となる。

最後に約1080℃の温度下では、混合物は液体のみの相混合物となる。

本発明方法は最も高い温度下でも領域23の大部分が固体であるように制御するのが最良であると判明している。従つて、操作温度は金属の融点よりも十分に低くかつ共晶温度に近く保つことが有利である。たとえば、銅は1072℃で結合するのが有利である。結合温度を金属の融点よりも十分に低く保つことのもう1つの利点は、第4図を更に検討すれば明らかとなる。点Yにおいて、酸素含量が1/2原子%ではなく不注意から3/4原子%になつたとすると、結合領域23全体が液体となることは明らかである。このような不注意による全面融解の危険は低い温度下で結合操作を行うことによつて削減される。

以上の条件および以下に示すような諸点を考慮することにより、与えられた共晶混合物が結合用としてうまく作用するかどうかを判定するためのメリット数が選定された。かかるメリット数は第4図に示されるような状態図中の亜共晶領域

にある。銅21Aは矢印で示された方向へ移動させることによつて基体22A上に配置される。銅21Aが基体22A上に配置されれば、酸化銅層24Aは銅と基体との間にはさまれる。その結果、銅21Aと基体22Aとの界面は酸化銅層24Aに暴露されることになる。酸化銅層24Aは、最終的に生成される結合領域が第2および3図に関連して説明されたごとく亜共晶となるよう、極めて薄いことが好ましい。たとえば、約200~5000オングストロームの範囲内の厚さを有する酸化銅層を使用するのがよい。自明のことながら、銅が薄くなるほど薄い酸化銅層を使用することが好ましく、またその逆も言える。かかる酸化銅層は極めて薄いため、本明細書中の記載に際しては、銅21Aおよび基体22Aが直接に接触した界面を有するものとして取扱われる。

銅21Aが基体22A上に配置された後、かかる集合体を不活性雰囲気中において十分な時間にわたり銅-酸化銅系の共晶温度と銅の融点との間の温度に加熱すれば、界面に融体が生成される。

を検討することによつて求められたものである。すなわち、金属の融点と共晶点とを結ぶ直線を引いた場合、メリット数はその直線の勾配を℃/原子%単位で表わした値である。かかるメリット数は1~100の範囲内にあることが好ましく、またできるだけ10に近ければ最も好ましい。たとえば第4図を観察すると、銅に関するメリット数は約11.7℃/原子%であつて、これは銅-酸化銅系が結合用として魅力的な組合せであることを示している。

本発明方法中には、金属と直接接触した結合剤の固体状態供給源を使用することが要求される。第5A~5D図は、かかる固体状態供給源を結合系内に導入するための幾つかの方法を示している。なお、これらの図に関する以下の説明の場合にもやはり銅-酸化銅系が例証の目的で使用される。とは言え、これらの方法が銅-酸化銅系にのみ限定されないことは了解されるべきである。

先ず第5A図を見ると、基体22Aに隣接した側に酸化銅層24Aを有する銅の薄板21Aが示され

前述の通り、その場合の温度は1072℃付近であることが好ましい。また、かかる加熱工程は窒素雰囲気等の供給されたトンネルが室内で実施することが好ましい。過度の解離を防止するため、温度上昇はかなり急速に(たとえば室温から共晶温度までを3~4分以内で行うべきである。薄い(1~10ミルの)銅を結合するためには、共晶温度を越えてから数秒の時間で十分である。時間が数分を越えることは、銅が厚い場合でも何ら利益はないようである。このような時間、温度および酸化銅層の厚さを使用すれば、最終的な融体は亜共晶となる。冷却後、融体は凝固して結合を生み出す。

もし両面をそのまま酸化する方が簡便であるならば、銅21Aの下面ばかりでなく上面をも酸化してよいことが了解されるべきである。そのような場合でも、上面の酸化銅が銅と基体との界面における結合を妨害することはない。

酸化銅は任意適宜の方法によつて生成させることができる。たとえば、熱的に酸化銅を生成

させてもよいし、あるいは前記のエボノールCまたはその他任意の酸化剤を用いて化学的に酸化銅を生成させてもよい。更に別の方法は銅上に粒状の酸化銅を層24Aとして付着させるというものである。その場合には、取扱いを容易にするため、粒状の酸化銅を適当なビヒクルと混合することが好ましい。付着させるためには、塗布、スクリーン印刷^(Silk Screening)またはその他任意の適当な技術が使用できる。上記のビヒクルは加熱工程中に蒸発する有機化合物であり、従つて最終的な結合領域中には存在しないことが好ましい。かかる粒状酸化銅の付着が非常に高い酸素含量をもたらし、そのため最終的な結合領域が過共晶となつて全ての銅が融解してしまうかも知れないと思われる場合には、粒状の酸化銅を粒状の銅と混合することによつて層24A中の酸素含量を減らせればよい。

厚さ10ミルの銅をセラミックに結合するための優れた方法は次の通りである。銅の両面に厚さ1000オングストロームの酸化第二銅が化学的に生成される。酸化後の銅を基体上に配置し

とく粒状の酸化銅を層24Bとして付着させてもよい。銅21Bを矢印の方向に移動させて基体22B上に配置すれば、銅は基体に直接接触し、そして両者間に結合界面が形成される。

第5B図に示された構成の場合、加熱時における融体の大部分は上面の酸化銅層24Bの位置にある。ところが、加熱温度が上昇するに伴い、いわゆる固相拡散により一定量の酸素が比較的薄い銅中を拡散して下面に到達する。更にまた、温度が共晶温度を越えると融体から成る若干の毛管路が銅を貫通し、そのため少量の融体が銅21Bの下面に直接到達することも考えられる。銅21Bおよび基体22Bは界面において接触しているから、界面を実質的に充填するにはほんの少量の融体しか必要でない。従つて、冷却後には結合が得られるわけである。上面を酸化した場合、酸化銅層は第5A図の構成において使用される酸化銅層よりもやや厚いことが好ましいが、時間はほぼ同じでよい。

次に第5C図を見ると、本発明方法の更に別

た後、かかる集合体がトンネルがま内に通され、それにより窒素中において $3 \sim 3\frac{1}{2}$ 分で約1072℃に加熱される。4分間にわたりその温度に保つてから冷却すれば、目的の結合が得られる。

1065℃における平衡状態では、厚さ1000オングストロームの酸化第一銅は厚さ約21500オングストロームの融体を生成する。1075℃では、融体の厚さは約40000オングストロームとなる。なお、10ミルは2500000オングストロームに等しい。かかる好適な方法における融体の厚さは40000オングストロームより小さいから、2400000オングストロームを越える(つまり9ミルを遙かに上回る)厚さの銅が実質的に固体状態に留まり、従つて寸法安定性が得られることになる。

次に第5B図を見ると、酸化銅層24Bが銅21Bの上面に位置することを除けば第5A図の場合と同様な結合系が示されている。酸化銅層24Bは前述のごとく銅21B上に化学的または熱的に生成させてもよいし、あるいはやはり前述のご

の変形例が示されている。この場合には、2枚の銅薄板21Cを使用することにより、両者間にはさまれるようにして少なくとも一方の薄板上に酸化銅層24Cが設置される。両方の薄板を矢印の方向へ移動させた場合、いずれの薄板も薄い酸化銅層24Cと接触することになるから、酸化銅層24Cがどちらの薄板上に位置するかは重要でない。勿論、酸化銅層24Cは任意の前記技術によつて設置することができる。

結合操作時には、先ず銅薄板の間に融体が生成する。しかし最終的には、第5B図に関連して記載された通り、一定量の融体が下方の銅薄板21Cと基体22Cとの界面に到達する。なお、融体の大部分は2枚の銅薄板間の界面に留まつている。冷却後、銅薄板同士は両者間の融体によつて結合され、また下方の銅薄板21Cと基体22Cとは両者間の融体によつて結合される。

本発明方法の更に別の変形例が第5D図に示されている。この場合には、酸化銅層24Dが基体22D上に設置される。そのためは、前述の

どとき任意の通常技術を使用することができるし、あるいはスパッター、蒸着または化学めつきによつて設置した銅層を酸化するようなその他の通常技術を使用することもできる。次いで、銅21Dを矢印の方向へ移動させて酸化銅層24D上に載せれば、以後の挙動は第5A図に関連して記載された場合と同じになる。従つて、加熱冷却を行えば結合が得られることになる。

以上の方法では、そのいずれにおいても、酸素の導入量および加熱サイクルを制御することによつて最終的な結合領域が亜共晶となることが保証される。

次に第6図を見ると、本発明方法の更に別の変形例が示されている。第6図中の金属21は普通に入手可能な形態を成すタフビッチ電解銅であつて、これは直接結合を達成するのに十分な量の酸素を含有している。典型的なタフビッチ電解銅は約100~2000 ppmの酸素を溶解酸素または酸化銅の形で含有している。タフビッチ電解銅中に含有される酸素は約1065℃で数秒の内に

結合をもたらすのに十分であることが判明している。従つて、タフビッチ電解銅を使用した場合、結合剤の固体状態供給源は銅それ自体である。

次に第7図を見ると、加圧実装-両側冷却型半導体パッケージ31が示されている。このパッケージ31は現状のセラミックハウジング32を包含し、その下端には下部金属接点アセンブリ33が連結されている。接点アセンブリ33は大形の金属接点板34および柔軟な接点円板35から成り、後者は周辺に沿つてセラミックハウジング32に結合されている。セラミックハウジング32の他端には、薄いフランジ36を包含する上部金属接点アセンブリ40が結合されている。フランジ36は周辺に沿つて薄い柔軟な接点円板37に溶接されていて、後者は第2の大形金属接点板38を支持している。2個の接点板の間には、常温加硫型ゴム製のリング41によつて中央に保持された通常の半導体ベレットサブアセンブリ39が位置している。ここまで記載したような構造物は従来通りのものであつて、これは

SCRや整流器のごとき各種の半導体装置を収容するために使用できる。かかるパッケージに関して更に多くの情報が所望されるならば、米国ニューヨーク州シラキュース市のゼネラル・エレクトリック・カンパニー(General Electric Company)発行「SCR便覧(SCR Manual)」(1972年)を参照されたい。

かかるパッケージ31は、以下に記載されるごとく、本発明の直接結合法によつて有利に製造することができる。

次に第8図を見ると、上端および下端に酸化銅層42の付着したセラミックハウジング32が示されている。酸化銅層42は任意適宜の方法によつて付着させ得るが、有機ビヒクル中の粒状酸化銅および粒状銅をスクリーン印刷することによつて付着させるのが好ましい。酸化銅層42を付着させた後、下部金属接点アセンブリ33およびフランジ36が最終状態に配置し、そしてかかる集合体に適切な加熱冷却サイクルを施せば、セラミックハウジング32と接点円板35および

フランジ36との間に直接結合が生じる。勿論、セラミックハウジング32上ではなく接点円板35およびフランジ36上にも酸化銅層42を生成ないし付着させ得ることは言うまでもない。加熱時には集合体上に小さなおもりを載せると、完成後の装置において気密性を得るのに役立つ。

セラミックハウジング32に接点円板35およびフランジ36を結合した後、リング41を伴つたベレットサブアセンブリ39を配置し、上部金属接点アセンブリ40を配置し、それから接点円板37とフランジ36とを周辺に沿つて溶接すれば、装置の組立てが完了する。

ここに至れば明らかな通り、バブコックの方法を使用するならば酸化銅層42の付着を省くことができる。すなわち、加熱操作時の雰囲気特定の結合剤を含有すれば、それ自体が十分量の結合剤を供給して結合を生み出すことができるわけである。

代用可能な別の方法は、接点円板35およびフランジ36を予め酸化することである。かか

る予備酸化技術が使用された場合には、第3～5図に示される結合系に関連して説明されたごとく酸化物が所要量の酸素を供給するから、酸化銅層42の付着は省くことができる。予備酸化技術を選ぶならば、予備酸化時に接点円板およびフランジを遮蔽することにより、セラミックハウジング32との間に界面を形成する部分のみに予備酸化を限定した方が望ましい場合もある。あるいは、接点円板35およびフランジ36の全体を酸化した後、結合に先立つて遮蔽および食刻工程により不要の酸化物を化学的に除去してもよい。(更に簡便には、全表面を酸化されたままにしておいてもよいことは勿論である。)

次に第16図を見ると、同様なパッケージ組立技術が示されている。なお、同じ構成部品には同じ参照番号が付けられている。第16図の実施例では、予め酸化されたプレフォーム145を各々の界面に導入することによつて酸素が供給される。プレフォーム145は加熱工程中に完全に液化する程度に強く酸化されていることが好まし

いが、接点円板35およびフランジ36まで液化するほど強く酸化されてはならない。第16図に示された装置の最終的な組立は第8図に示された装置の場合と同じである。

いかなる結合技術が選ばれるかとは無関係に、厚さ約10～20ミルの銅から成る接点円板およびフランジが優れたパッケージを与えることが判明している。銅を使用する場合、かかるプレフォームの厚さは3～5ミルの範囲内にあり、しかも酸化物層の総合厚さは少なくとも1/4ミルであることが好ましい。すなわち、プレフォームの両側を酸化するならば、プレフォーム1個当り1/4ミルの総合厚さを得るためには酸化物層の厚さを1/8ミルとすればよいわけである。かかる厚さの酸化物層を生成させれば、プレフォームは完全に液化することが保証される。プレフォームの完全な液化が所望されるのは、結合操作中に十分な液体が供給されれば気密性が高まるためである。

次に第17図を見ると、もう1つの実施例を

成すパッケージ151の製造技術が示されている。環状のセラミックハウジング132が下部金属接点円板152と上部接点フランジ153との間に位置している。結合のため、かかる装置においてはプレフォーム145が配置されている。とは言え、この気体元素を導入するための前記技術のいずれでも使用できることが了解されるべきである。

積重ねられた集合体は耐火性材料製の下部物体154と上部物体155との間に配置される。物体154および155としてはK23耐火レンガが役に立つ。結合時に圧力を加えて気密性を確保するため、集合体の頂上にはおもり156を載せることが好ましい。気密性を得るためにおもりが有効なのは、結合時の金属はその融点から数度以内の温度にあつて非常に軟らかいためである。すなわち、かかるおもりによつて金属はセラミックハウジングの外形に順応し得ることになる。おもりの材料としては、重量/熱容量比が大きい点から見てタングステンが優れている。

ところで、直接結合法はほとんど全てのセラ

ミック材料に金属を結合する優れた方法であることが判明している。従つて、接点円板152およびフランジ153が耐火レンガ145および155に結合してしまうことのないように注意を払わなければならない。強固な結合が生じないようにするための簡単な方法は、接点円板152およびフランジ153と耐火レンガ154および155との間に粗い耐火性粉末157を配置することであると判明した。たとえば、70～80メッシュの範囲内の粒度を有する酸化アルミニウムが役に立つ。かかる粗い粉末は不規則な形状を有するため、たとえ金属部品に結合することがあつても、接触面積が小さいから結合後における機械的な除去が容易なのである。

下部金属接点円板152は、ハウジングと接点円板との同心性を保証するため、セラミックハウジング132の内面に整合した肩部158を有している。また、結合時に正しい位置合せを保証するため、耐火レンガ154の開口161に整合した第2の肩部159が設けられている。同じくフラン

ジ153には、セラミックハウジング132の内面に整合した肩部162が同心性を保証するために設けられ、また耐火レンガ155の突起に整合した第2の肩部163が位置合せを保証するために設けられている。このように、結合を行うため第17図のごとくに用意された集合体は自動的に位置合せが可能であつて、それを整列状態に係つたために余分の締め金や固定金具が必要とされることはない。

パッケージ151の組立はパッケージ31の場合と同様にして完成される。詳しく言えば、半導体ベレットサブアセンブリ139をセラミックハウジング132内に配置した後、上部金属接点円板164がフランジ153の上方に配置され、それから両者が周辺に沿つて溶接（一般に冷間溶接）される。

パッケージ151において大形の金属接点板が所望される場合には、それを追加することもできる。接点円板152および164の各々は、図示の通り、中央に位置しかつ内側に向いたくぼみを規定していることが認められよう。これらのくぼ

みが大形の接点板165および166を収容している。なお、所望ならば、これらの接点板をくぼみ内にはんだ付けすることもできる。

要するに、第17図に示された集合体を加熱冷却して直接結合を生じさせた後、接点板165が配置され、そして所望ならば接点円板152のくぼみ内にはんだ付けされる。次に、半導体ベレットサブアセンブリが接点板上に配置されかつRTVゴム製のリング141によつて同心的に保持される。最後に、上部金属接点円板164および接点板166が配置され、それからフランジ153と接点円板164とが周辺に沿つて溶接される。以上で装置の組立が完了する。

なお、以上の記載に際して使用された上部および下部という術語に特別の意味がないことは言うまでもない。これらは図面中に示されたものを説明する際の便宜から使用されたに過ぎない。またフランジを含む接点アセンブリは、必ずしも環状セラミックハウジングの上端に限らず、いずれか一方または両方の端部に包含され得ることも

勿論である。

かかるパッケージのその他の変形実施例も可能である。たとえば、金属と結合剤との組合せはその他にも数多くのものが使用できる。あるいはまた、半導体ベレットサブアセンブリの耐熱性が許す限りは、フランジ36を省き、そしてセラミックハウジングの両端に同様な接点円板35または152を（恐らくは同時に）結合することもできる。

次に、本発明方法のもう1つの応用例として電気回路基板アセンブリの製造方法を説明しよう。第9図には、周辺支持体51および多数のランド部52～58を包含するリードフレーム50が示されている。回路基板中の導電性領域を形成するのはランド部である。ランド部は比較的細いタブ61によつて支持体に連結されている。かかるリードフレームは任意の従来技術によつて作製することができる。たとえば、打抜きおよび食刻の技術が有用であると判明している。

第10図には、アルミナまたはベリリアのご

とき基体22上に配置されたリードフレーム50の断面立面図が示されている。基体22の下側にはむくの銅薄板21が図示されている。かかるむくの銅薄板は随意のものであつて、所望に応じてアセンブリ中に包含され得る。銅薄板21が存在すれば、アセンブリ全体を放熱器にはんだ付けまたは直接結合することができ、従つて優れた熱的および機械的連結が得られることになる。

リードフレーム50および銅薄板21は本明細書中に記載された技術によつてセラミック22に結合することができる。そのためには、酸漿のごとき結合剤が系内に存在しなければならない。酸化銅の導入は任意の前記技術によつて達成できる。たとえば、金属部品を予め酸化しても、粒状の酸化銅を付着させても、あるいはタフビッチ電解銅を使用してもよい。

第10図に極めて明確に示される通り、ランド部55を周辺支持体51と連結するタブ61には小さなノッチ62が設けられている。かかるノッチの機能は後記において明らかとなるはずで

ある。

第11図は結合後におけるアセンブリのかど部の斜面図である。第11図からわかる通り、各々のタブ61は関連するランド部の近くに小さなノッチ62を有している。

結合後に周辺支持体51を除去するためには、支持体のかどをつかみ、そして(たとえば第11図中の矢印の方向に沿って)上方へ動かせばよい。アセンブリと周辺支持体51との間における唯一の連結機構は多数のタブである。タブは、基体22に直接結合されているとは言え、寸法が小さいために基体22から分離する。ところが、ノッチ62の位置までタブが分離すると、その部分の強度は残りの銅をセラミックから引離すには不十分である。従つて、第12図に図式的に示されているようにタブはノッチの位置で折れる。厚さ10ミルの銅には7ミルのノッチを設ける(従つて3ミルの銅を残す)ようにすればよいことが判明している。

最後に第13図を見ると、完成した回路基板

アセンブリが示されている。従来方法たとえばモリマンガ法によつて結合されたものに比べると銅が比較的厚いため、その電流容量は大きくなっている。たとえば、60ミルを越える厚さの銅の結合にも成功が認められた。このような厚さの場合でも、セラミックと共に使用すると基体の亀裂を起すことがあるという熱的不整合の問題が見られるだけで、結合それ自体に関する問題は見られない。更にまた、かかる回路基板の熱伝導性も優れている。その理由は、良好な熱伝導体となるように選ぶことのできるセラミックに銅が直接結合されている上、底部に直接結合された銅およびはんだ連結部も効果的な熱伝導体だからである。

今日、若干の半導体装置製造業者はベレット状の装置またはリードの連結された装置の販売を始めている。かかる装置は印刷回路基板などに連結できるものだが、第13図に示されたような回路基板と共に使用すれば特に有用である。このような半導体装置は、たとえば、1974年12月

23日に提出された「周囲のくぼんだ取付板を含む半導体アセンブリ」と題するビー・ダブリュー・ケーニグ(P. W. Koenig)の米国特許出願第535670号明細書中に記載されている。

次に第14図を見ると、第13図に示されたような回路基板の応用例が示されている。第14図に示されているのは、半導体ベレット40およびそれに結合された下部取付板41から成るベレットアセンブリ91を包含する半導体アセンブリ101を取出したものである。ベレット40がコーナゲートを有するSCRであると仮定しよう。ゲート接点には、はんだ付け等の方法によつてリボン形のゲートリード94が結合されている。同様に、カソード接点にもはんだ付け等の方法によつて別のリボン形リード95が結合されている。リボン形という術語は、リード94および95は高さよりも幅が実質的に大きく、従つて通常のリード線よりもむしろリボンに似ていることを意味する。

各々のリボン形リードは末端平面部96およ

び97を有している。各々の末端平面部96および97は下部取付板41の下面と同じ平面内にある。このように3つの接点の全てが1つの平面内にある結果、アセンブリ91は適切な図形を描く基体上に配置して手早く結合することができる。

リード94および95のベレットに隣接する表面をはんだ被覆すれば、アセンブリ91を更に改良することができる。リードがはんだ被覆されていれば、リードをベレット上に配置して加熱するだけでリードがベレットに結合される。更にまた、下部取付板41の下面もはんだ被覆されていれば、アセンブリ91を基体上に配置してからアセンブリ全体を加熱するだけで基体に対しアセンブリ91を電気的、機械的、かつ熱的に手早く容易に結合することができる。

セラミック基体102には導電性の平面リード103が直接結合されている。リード103の結合部分はリボン形リード94の平面部96に対応して、はんだ付け等により結合されている。

第 14 図に示されたリード 103 の露出部分は外部回路への接続のための接点領域である。

第 2 の導電性平面リード 104 が同様にして基体 102 に直接結合され、そして前記の結合部分は下部取付板 41 の下面に結合されている。同様に、リード 104 の露出部分は接点領域を成している。

更にもう 1 つの導電性平面リード 105 が基体 102 に直接結合されている。この場合にも、リード 95 の平面部 97 に結合された結合部分および露出した接点領域が含まれている。

アセンブリ 101 は簡単な構造のため極めて安価であるにもかかわらず、幾つかの理由により信頼性が極めて高い。たとえば、リボン形リードと半導体ベレットとの間あるいはリボン形リードと平面リードとの間におけるいずれの連結部も面積が比較的大きく、従つて確実である。更にまた、下部取付板 41 およびセラミック基体 102 はいずれも良好な熱伝導体であるため、良好な熱の流路を与える系によつて基体を放熱器に取付け

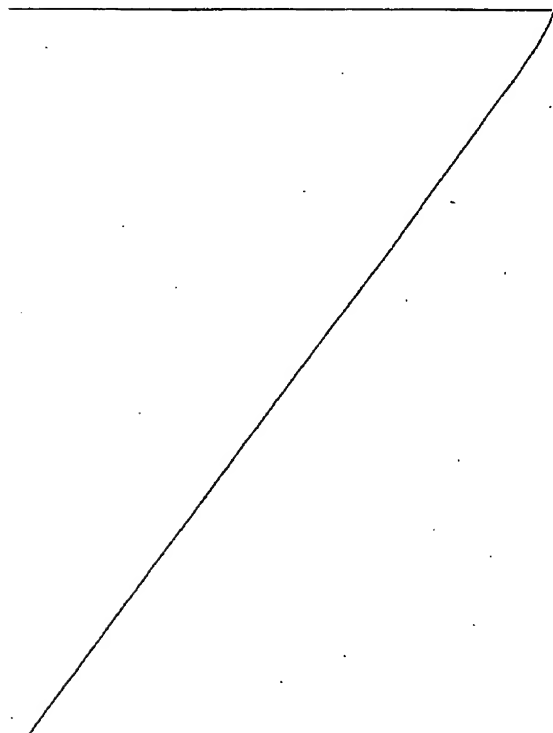
ばベレット 40 は実質的な量の熱を放散させることができる。

平面リード 103、104 および 105 の接点領域上には 3 個のワイバーム 106 を設置することができる。アーム 106 は、ばね作用によつて平面リード 103 ~ 105 に接触させてもよいし、あるいははんだ付け等によつて接点領域に永久的に結合してもよい。このようにすれば、外部からアセンブリ 101 への接続が手早く達成できることが認められよう。

次に第 15 図を見ると、基体 102 の変形応用例が示されている。図を簡単にするため、アセンブリ 91 は取除いてある。各々の接点領域にはネイルヘッドリードが永久的に連続されているため、外部回路への迅速な接続が容易になつている。

以上の例証的な説明は銅-酸化銅系のみに限られていたが、その他にも数多くの金属および結合剤が使用できることは言うまでもない。たとえば、下記の表は様々の可能な組合せの一部を例

示するのに役立つはずである。



金 属	結 合 剤	金属の融点(℃)	共晶温度(℃)	共晶点における結合剤含量(原子%)	メリット数(℃/原子%)
鉄	酸 素	1534	1523	0.56	19.7
銅	酸 素	1083	1065	1.54	11.7
クロム	酸 素	1850	1800	2.00	25.0
クロム	硫 黄	1850	1550	3.5	85.8
銅	リ ン	1083	714	15.7	23.4
ニッケル	酸 素	1453	1438	0.87	17.3
ニッケル	リ ン	1453	880	19.0	30.2
モリブデン	ケイ素	2625	2070	16.5	33.6
銀	硫 黄	960.5	906	5.8	9.4
銀	リ ン	960.5	878	3.4	24.3
銅	硫 黄	1083	1067	1.5	9.4
コバルト	酸 素	1495	1451	0.23*	.
アルミニウム	ケイ素	660	577	11.3	7.35

* コバルトの場合は重量%で表わされている。

上記の表は全ての組合せを尽しているわけではない。金属および結合剤は、大部分が金属から成りかつ金属の融点より低い共晶温度を有するような共晶合金を生成しなければならないことを思い起せば、状態図の検討によつてその他数多くの系を識別することができる。そのための状態図は、たとえば、ハンセン(Hansen)著「二元合金の構造(Constitution of Binary Alloys)」(マグローヒル・ブック社、ニューヨーク、1958年)中に見出される。

以上の記載に照らせば、本発明の数多くの変形実施例が当業者にとって明らかとなる。たとえば、第10図に示されるごとくセラミックの両側に金属を結合する場合、それらの金属は相異なつていてもよい。唯一の制約は高い結合温度を要求する方の工程を最初に実施すべきことであつて、そうすれば次の低温側の結合工程によつて既に結合した金属が融解したり損害を受けたりすることがない。もう1つの例を挙げれば、それ以上の酸素を添加しなくても直接結合が可能とな

るような酸素含量を有する鉄も利用することができ

る。要するに、本発明は上記に詳しく記載された場合とは異なるやり方でも実施できることが了解されるべきである。

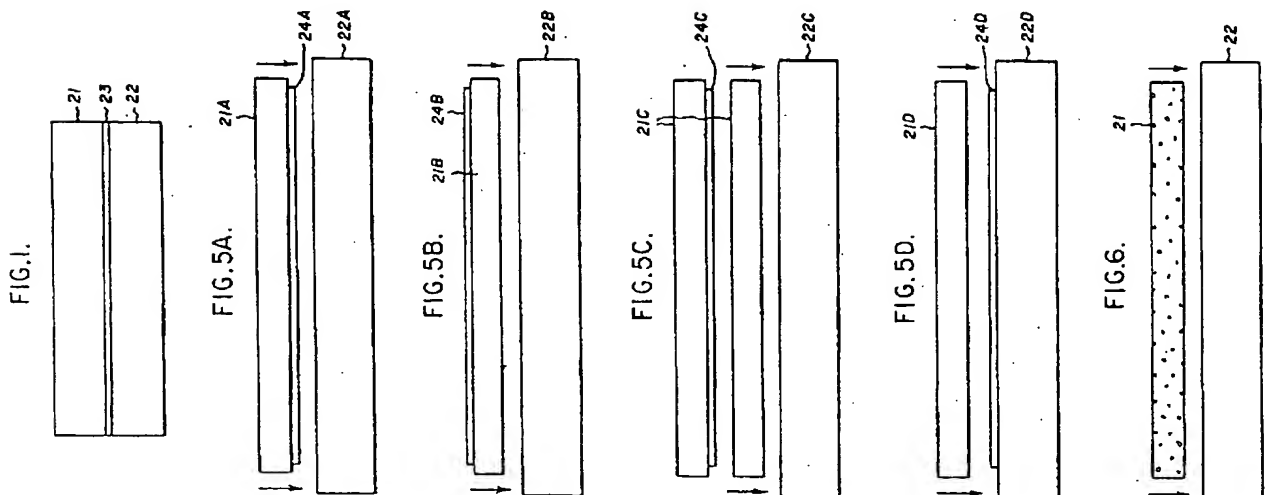
4 図面の簡単な説明

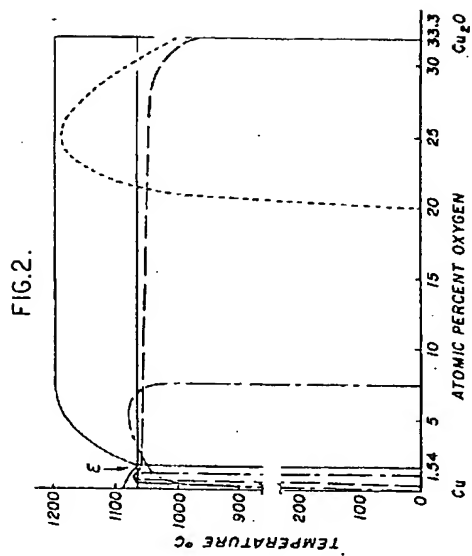
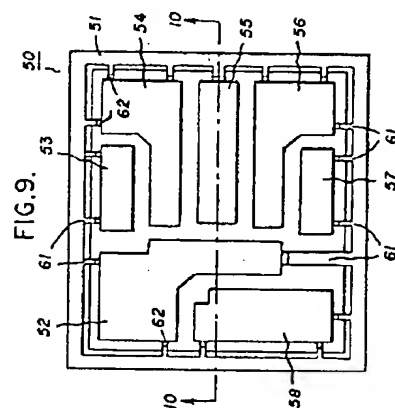
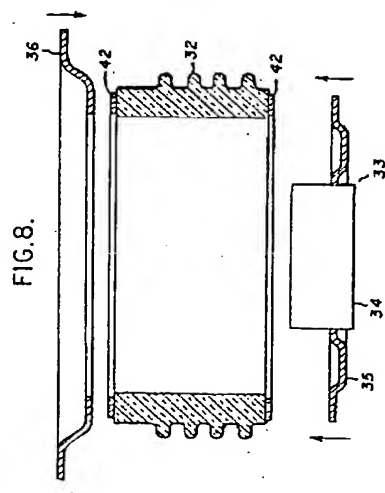
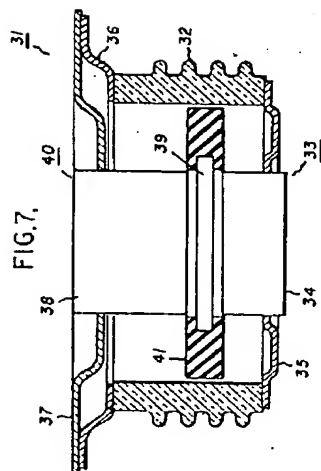
第1図は本発明に従つて結合された金属および基体の立面図、第2図は本発明の幾つの特徴を図解する銅-酸素状態図の一部分、第3図は本発明の幾つの特徴を明示するために注釈を施した第2図の状態図の拡大部分、第4図は本発明の方法を更に説明するために別の注釈を施した第3図の拡大部分、第5A~5D図は金属-基体系内に結合剤を導入するための幾つかの方法を図解する概略図、第6図は結合剤を導入するための更に別の方法を図解する概略図、第7図は本発明方法によつて有利に製造し得る加圧実装型半導体ハウジングの断面立面図、第8図は第7図に示されたハウジングの組立工程を示す概略分解図、第9図は本明細書中の記載に従つて導電回路を形成す

るために使用される金属リードフレームの平面図、第10図は一方の側には第9図のリードフレームが結合されかつ他方の側にはむくの金属板が結合されたセラミック基体の断面立面図、第11および12図は第10図に示されたごとくに結合された第9図のリードフレームから支持部材を除去する所を示す斜面図、第13図は第9図に示されたリードフレームの使用によつて形成された導電回路の平面図、第14図は第13図に示されたものと同様な回路の応用例を示す斜面図、第15図は第14図の装置の変形応用例を示す斜面図、第16図は第8図に示されたものに相当するが結合剤の導入には別の方法を使用した組立工程を示す概略分解図、第17図は結合に際して同心性を保証しながら集合体に適切な圧力を加えるために使用される積重ね方法を示す断面立面図、そして第18図は別の好適な加圧装置 - 両側冷却型半導体ハウジングの断面立面図である。

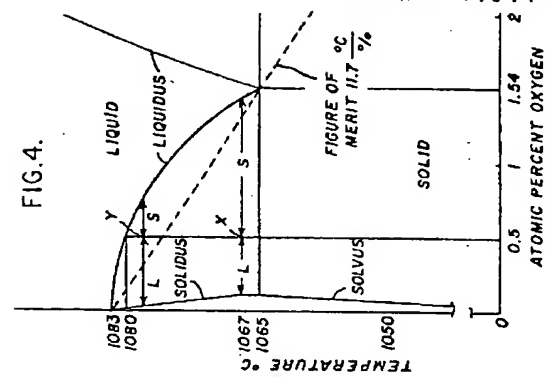
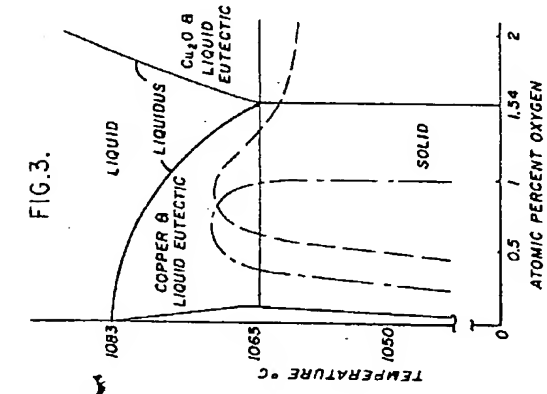
図中、21は金属、22は基体、23は共晶層または結合領域、21A～21Dは銅薄板、22A～

22Dは基体、24A～24Dは酸化銅層、31は半導体パッケージ、32はセラミックハウジング、33は下部金属接点アセンブリ、34は下部金属接点板、35は下部金属接点円板、36は上部接点フランジ、37は上部金属接点円板、38は上部金属接点板、39は半導体ベレットサブアセンブリ、40は上部金属接点アセンブリ、41はRTVゴム製リング、42は酸化銅層、50はリードフレーム、51は周辺支持体、52～58はランド部、61はタブ、62はノッチ、91および94はリボン形リード、100は半導体アセンブリ、102は基体、103～105は平面リード、106はワイパーアーム、132はセラミックハウジング、139は半導体ベレットサブアセンブリ、141はRTVゴム製リング、145はプレフォーム、152は下部金属接点円板、153は上部接点フランジ、154および155は耐火レンガ、156はおもり、157は耐火性粉末、158、159、162および163は肩部、164は上部金属接点円板、そして165および166は金属接点板を表わす。

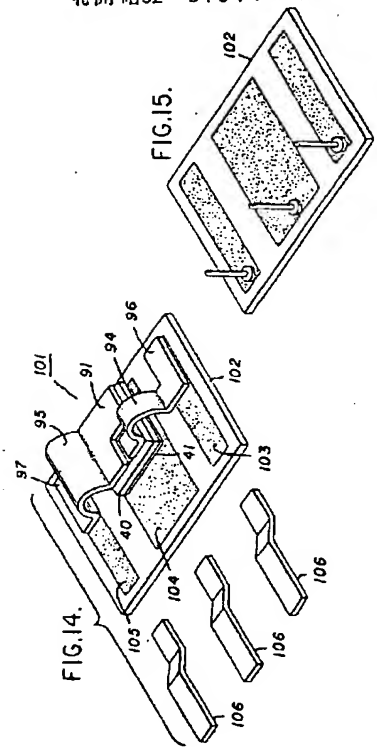
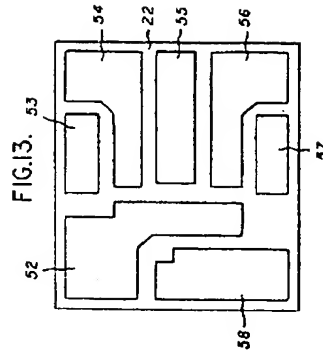
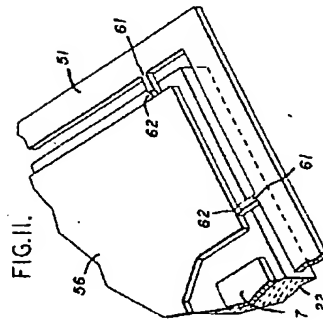
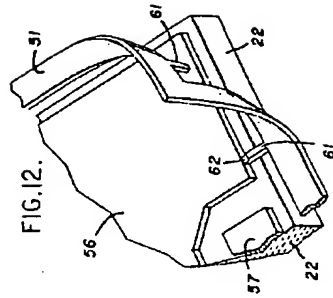
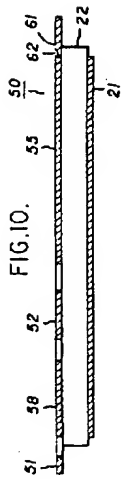




----- BRITISH PAT. 761,045
----- U.S. PATS. 3,744,120-3,766,634
----- PRESENT APPLICATION



特開 昭52-37914 (20)



STONER 1731 6760

FIG. 16

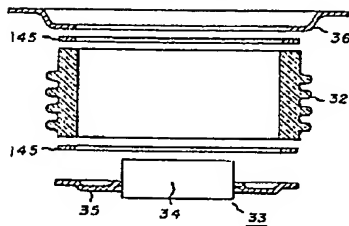


FIG. 17

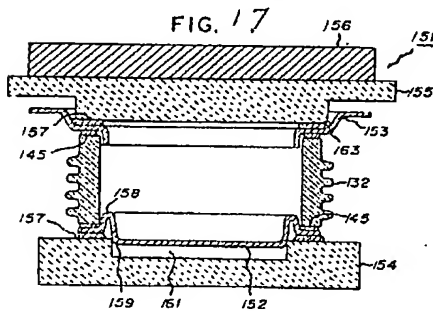
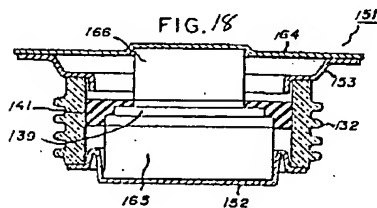


FIG. 18



6. 前記以外の発明者

住所 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スコティア、

ハーモン・ロード、33番

氏名 ジェムス・アンソニー・ラウフラン

住所 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、オーブレン

エービーティ、4、ムアレイ・ストリート、154番

氏名 ユエン・シェン・エドモンド・サン

以下余白